

A detailed illustration of human profiles in profile, facing right. The drawing is done in a soft, shaded style with grey and white tones. Small, green, sprout-like plants are growing from the mouths of the profiles, symbolizing the human microbiome. The profiles are stacked vertically, with the top one being the most prominent and the others receding behind it.

**TITEL**

# DAS BESTE KOMMT ZUM SCHLUSS

Billionen winziger Mitbewohner leben in und auf unserem Körper – nirgendwo  
Wer seine Mikroben gut behandelt, ist gegen viele Krankheiten gewappnet



### IM MUTTERLEIB

Lange galt der Lehrsatz: Der Fötus im Mutterleib ist steril. Die Mikrobenbesiedlung beginnt erst mit der Geburt. Inzwischen mehren sich Hinweise, dass erste Siedler das Ungeborene über das Blut der Mutter erreichen

**sind sie so zahl- und artenreich wie im Darm.**

Von Bernhard Albrecht; Illustrationen: Maren Amini

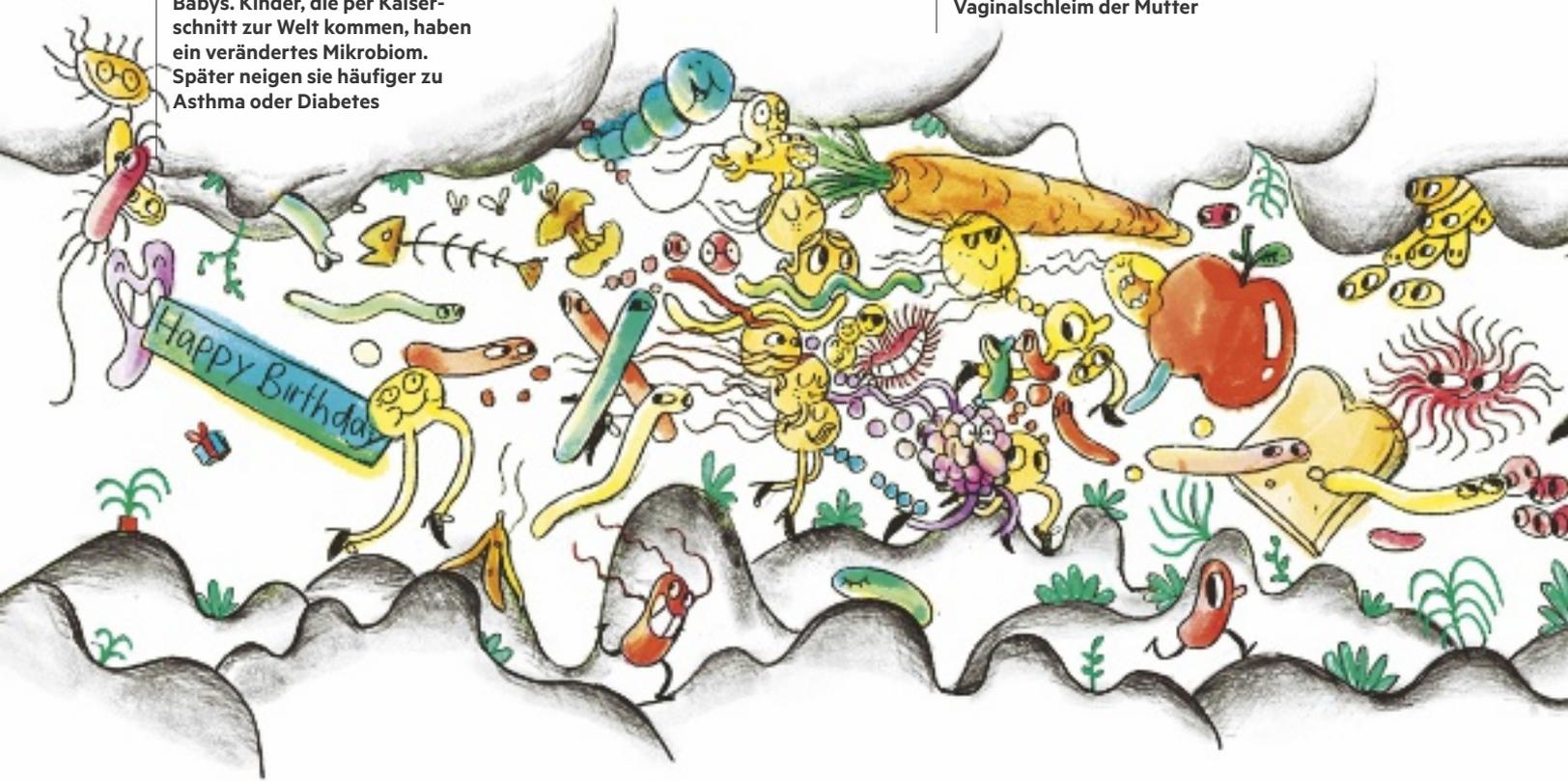


## DIE GEBURT

Im Geburtskanal nimmt das Baby Keime der Mutter auf. Sie besiedeln Haut, Schleimhäute und Darm des Babys. Kinder, die per Kaiserschnitt zur Welt kommen, haben ein verändertes Mikrobiom. Später neigen sie häufiger zu Asthma oder Diabetes

## SÄUGLINGESALTER

Schon beim ersten Stillen nimmt das Baby reichlich Bakterien auf, sie stammen von der Haut der Mutter und aus der Milch. Das Mikrobiom von Kaiserschnittkindern kann hier an Artenreichtum aufholen. Manche Ärzte verabreichen ihnen eine „Bakteriendusche“ aus dem Vaginalschleim der Mutter



# W

Wie konnten wir uns bloß so irren – jahrzehntelang. Gesundheit, glaubten wir, verlangt radikale Reinheit, und Mikroben waren böse. Keimfrei sollte das Leben sein, Wäsche wurde ausgekocht, jede Fläche mit Sagrotan gebeizt. Und für das Innere des Menschen gab es hundert Sorten Antibiotika. Großzügig verordnet, selbst dem lieben Vieh. Seit wir uns dazu noch überwiegend industriell, ballaststoffarm und zuckersüß ernähren, grimmt es in den Bäuchen. Reizdarmsyndrom und Allergien, Unverträglichkeiten und Fettleibigkeit plagen die Deutschen. Doch es gibt Hoffnung. Und die hängt mit den missverstandenen Mikroben zusammen: Denn nur einige Arten sind gefährlich, viele jedoch nützlich – und die fehlen uns heute. Besonders im Bauch. Wissenschaftler wollen das ändern. Dazu reisen sie in die entlegensten Winkel der Welt.

Fernab von Straßen und Städten, in den Bergen Venezuelas, liegt ein Menschheitschatz. Er ruht in den Eingeweiden der Yanomami, die als Jäger und Sammler durch die Wälder ziehen. Bakterien in

ungeahnter Vielfalt. Dieser Reichtum ist uns verloren gegangen, und unsere Mikrogenarmut ist für eine Vielzahl von körperlichen und psychischen Leiden verantwortlich, da sind Fachleute sicher. Nun arbeiten sie daran, die nützlichen und bedrohten Einzeller zu bergen und zu konservieren. Die Gesundheit künftiger Generationen könnte davon abhängen, dass ihr Mammutprojekt „Noahs Arche“ glückt.

Federführend ist Maria Gloria Dominguez-Bello von der Rutgers University in New Jersey. Seit bald zwei Jahrzehnten unternimmt die gebürtige Venezolanerin Expeditionen zu den indigenen Völkern Südamerikas und Afrikas. Abgesehen hat ihr Team es auf Abstriche von Haut und Schleimhäuten – und auf Stuhlproben. „Unsere Gastgeber lachen immer erst darüber, dass wir von so weit her kommen, um ihre Hinterlassenschaften zu holen“, sagt Dominguez-Bello. Doch sobald die Wissenschaftler ihnen mit dem Mikroskop all die winzigen Organismen aus ihrem Inneren zeigen, verstehen sie es.



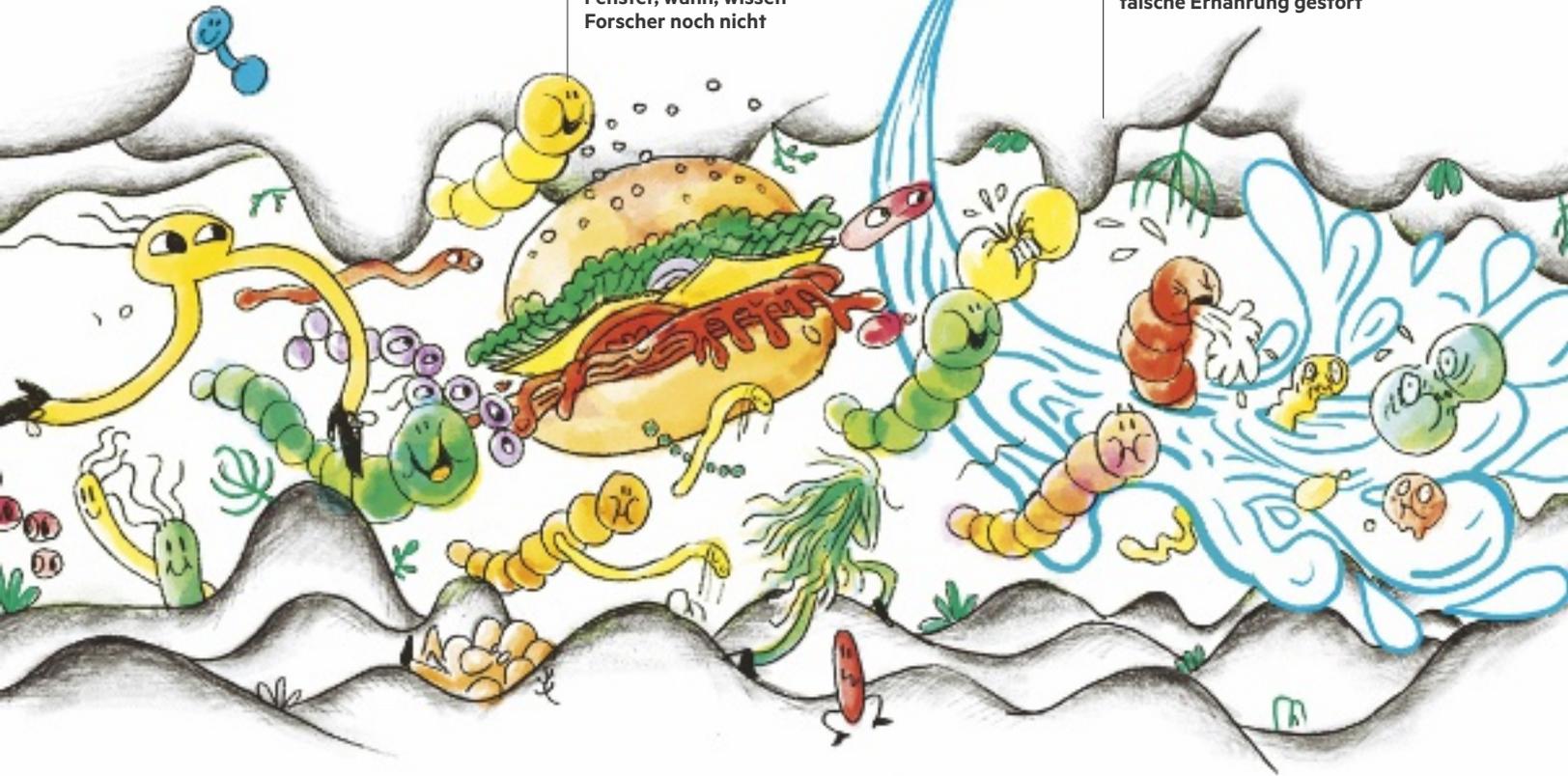
## KINDHEIT

In den ersten Lebensjahren ist das Mikrobiom flexibel, neue Arten können sich ansiedeln. Viel Obst, Gemüse, Haferflocken und Nüsse lassen die guten Bakterien im Darm gedeihen. Irgendwann schließt sich dieses Fenster, wann, wissen Forscher noch nicht



## ERWACHSENENALTER

40 Billionen Bakterien siedeln im und auf dem Körper, es sind viele Hundert Arten. Das Mikrobiom kann bis ins hohe Alter stabil bleiben, es sei denn, es wird durch Chemikalien, Umweltgifte, Medikamente und falsche Ernährung gestört



Auch bei anderen Völkern, die in und mit der Natur leben, entdeckten Forscher einen ungewöhnlichen Bakterienreichtum – so bei den Hadza in Tansania und den Malawi in Venezuela. Die Yanomami aber stellen alle in den Schatten: Bis zu doppelt so viele Mikroben bewohnen ihren Darm, ihre Haut und die Schleimhäute wie bei US-Amerikanern. Wohlstandskrankheiten wie Diabetes oder Arterienverkalkung treten bei den Yanomami nicht auf, so Ergebnisse mehrerer Studien seit den 80er Jahren. Allerdings: „Viele sterben jung an Infektionen, Frauen auch bei der Geburt oder im Wochenbett“, sagt Dominguez. Wer aber das Alter von 30 Jahren erreiche, habe große Chancen, sehr alt zu werden.

**B**akterien gehören zu uns wie unsere eigenen Zellen. In und auf einem Menschen leben 40 Billionen Mikroben, zwei Kilogramm insgesamt. Die meisten tummeln sich im Dickdarm. Über Nervenbahnen zum Gehirn beeinflussen sie selbst unser Gefühlsleben. Mikroben bestimmen

mit, ob wir gesund alt werden oder früh an chronischen Krankheiten wie Asthma, Diabetes oder Krebs leiden. Im Darm herrscht ein so sensibles Gleichgewicht wie im südamerikanischen Regenwald. Es gilt das universelle Gesetz der Natur: Je artenreicher, desto stabiler ist das Ökosystem in uns. Denn die Einzeller bilden eine Lebensgemeinschaft, in der sie einander ergänzen. Sie halten Störenfriede wie den berüchtigten Keim *Clostridioides difficile* in Schach, der normalerweise in einer Nische haust und keine Probleme bereitet. Werden jedoch seine Mitbewohner durch Antibiotika plattgemacht, überwuchern *Clostridioides*-Kolonien die Darmschleimhaut und verursachen chronische, mitunter tödliche Durchfallerkrankungen, gegen die Medikamente manchmal nicht helfen.

Man nennt unser inneres Ökosystem „Mikrobiom“. Ohne den Bakterienrasen im Darm sind Menschen nicht überlebensfähig. Er ist eine gigantische Chemie- und Arzneimittelfabrik, in der schätzungsweise ein Drittel aller Stoffwechselprodukte

hergestellt wird, die in unserem Blut kreisen. Das Vitamin Biotin, wichtig für die Infektabwehr, gesunde Haut und Haare, ist ein Mikrobenerzeugnis. Ballaststoffe, für den Menschen sonst unverdaulich, werden von Bakterien zu kurzkettigen Fettsäuren abgebaut. Diese versorgen Zellen der Darmschleimhaut mit Energie und lindern Entzündungen. Ein wahrer Tausendsassa ist das „*Faecalibacterium prausnitzii*“. Fünf Prozent des Darm-Mikrobioms gehören zu dieser Familie. Bei Zeitgenossen, die an Reizdarm, Übergewicht, Darmkrebs oder entzündlichen Darmerkrankungen leiden, ist ihr Gehalt im Stuhl verringert. Gegen Krebs wiederum sind Bifidobakterien wirksam, sie aktivieren Abwehrzellen. *Blautia* hemmt Entzündungen, *Collinsella* regelt den Cholesterinstoffwechsel. An beiden mangelt es Patienten mit Herzschwäche.

Auch auf das Seelenleben üben die Einzeller massiven Einfluss aus. Früher glaubte man, die Informationen auf den Nervenbahnen der „Darm-Hirn-Achse“ fließen ►



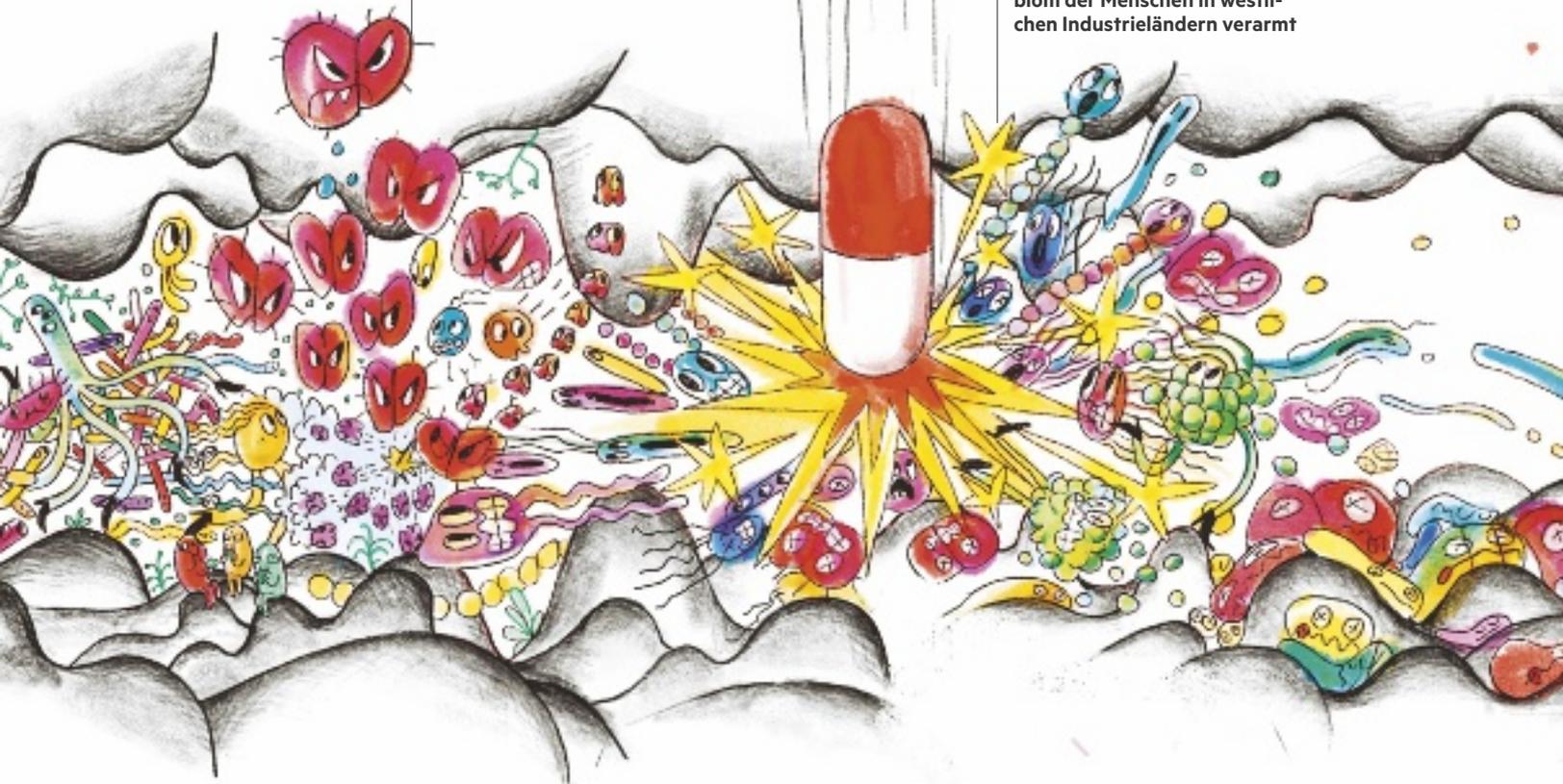
## INFEKTIONEN

Unzählige Male im Laufe eines Lebens greifen Krankheitserreger den Körper an. Menschen mit einem gesunden Mikrobiom sind besser dagegen gefeit



## ANTIBIOTIKA

Die Mittel retten Leben, töten jedoch unterschiedslos gute und schlechte Bakterien. Je früher im Leben sie zum Einsatz kommen, desto schädlicher fürs Mikrobiom. Der sorglose Gebrauch von Antibiotika gilt als entscheidende Ursache dafür, dass das Mikrobiom der Menschen in westlichen Industrieländern verarmt



stets per Einbahnstraße von oben nach unten – aber es geht auch umgekehrt. Das wirft eine große Frage auf: Wer wären wir ohne unsere Mikroben? Welchen Anteil haben sie daran, wenn wir Angst haben oder mutig sind, lieben oder hassen, ja: Wie fremdgesteuert sind unsere Gedanken? Als einer der Ersten ging der japanische Forscher Nobuyuki Sudo dem nach. Er steckte Mäuse in eine sich kegelförmig verengende Röhre, die ihnen die Bewegungsfreiheit nahm. Dann maß er ihr Stresshormon-Level und wie schnell sie sich wieder beruhigten. Ein Teil der Mäuse besaß keine Darmflora. Eine zweite Gruppe verfügte über normale bakterielle Besiedlung, in der dritten lebten nur gezielt gewählte Mikroben.

Am wenigsten gestresst waren Tiere mit gesundem Mikrobiom, beide anderen Gruppen wurden mit widrigen Umständen deutlich schlechter fertig: Es kommt nicht nur darauf an, dass der Darm bakteriell bewohnt ist, sondern sehr auf die Zusammensetzung seiner Bevölkerung.

Es gibt inzwischen verlässliche Hinweise, dass auch beim Menschen organische Hirnerkrankungen und psychiatrische Leiden mit Fehlfunktionen des Magen-Darm-Trakts einhergehen: Parkinson, Alzheimer, Autismus, Depressionen, Schizophrenien und Angststörungen. Durch Bakterien ausgelöste Entzündungsprozesse gehören zu den größten Verdächtigen bei vielen psychischen Erkrankungen. Wenn sie nahe oder gar in der Darmwand siedeln, die bei Gesunden durch eine Schleimschicht geschützt ist, können ihre Giftstoffe „Lecks“ in den Darm fressen und womöglich Schaden anrichten, der bis ins Gehirn reicht. Zwar ist die Aussagekraft der klinischen Studien auf diesem Feld begrenzt, doch die Frage lautet heute nicht mehr, ob das Mikrobiom auf die Psyche wirkt, sondern wie genau – welche Faktoren die Wirkung verstärken oder abschwächen und ob ein gestörtes Ökosystem im Darm gar psychische Leiden auslöst.

Die Krux der Mikrobiomforschung: Wie genau alles miteinander zusammenhängt, müssen die Wissenschaftler noch sortie-

ren. Bei vielen Krankheiten indes entdecken sie auffällige Veränderungen. Sind sie nun Ursache, Folge oder beides? Und wovon hängt es ab, welche Bakterien in uns siedeln? Wie kann der Mensch das Mikrobiom günstig beeinflussen? Was ist das Geheimnis der Yanomami?

**D**er Schlüssel liegt in ihrer 11 000 Jahre währenden Isolation. Diejenigen, bei denen Dominguez den ungeheuren Bakterienreichtum fand, besaßen fast nur Gegenstände, die sie selbst erfunden hatten. Einige der wenigen Ausnahmen waren industriell gefertigte Macheten oder T-Shirts. „Sie handelten mit Menschen aus benachbarten Dörfern“, sagt Dominguez. „Auch Wörter haben den Weg zu ihnen gefunden. Sie wissen, was ‚Medizin‘ bedeutet, haben aber noch nie einen Arzt gesehen.“ So blieben viele Yanomami-Stämme von Errungenschaften der Zivilisation verschont, die Segen und Fluch zugleich sind.

Schon bei der Geburt werden die Weichen gestellt. Kaiserschnitte können Leben



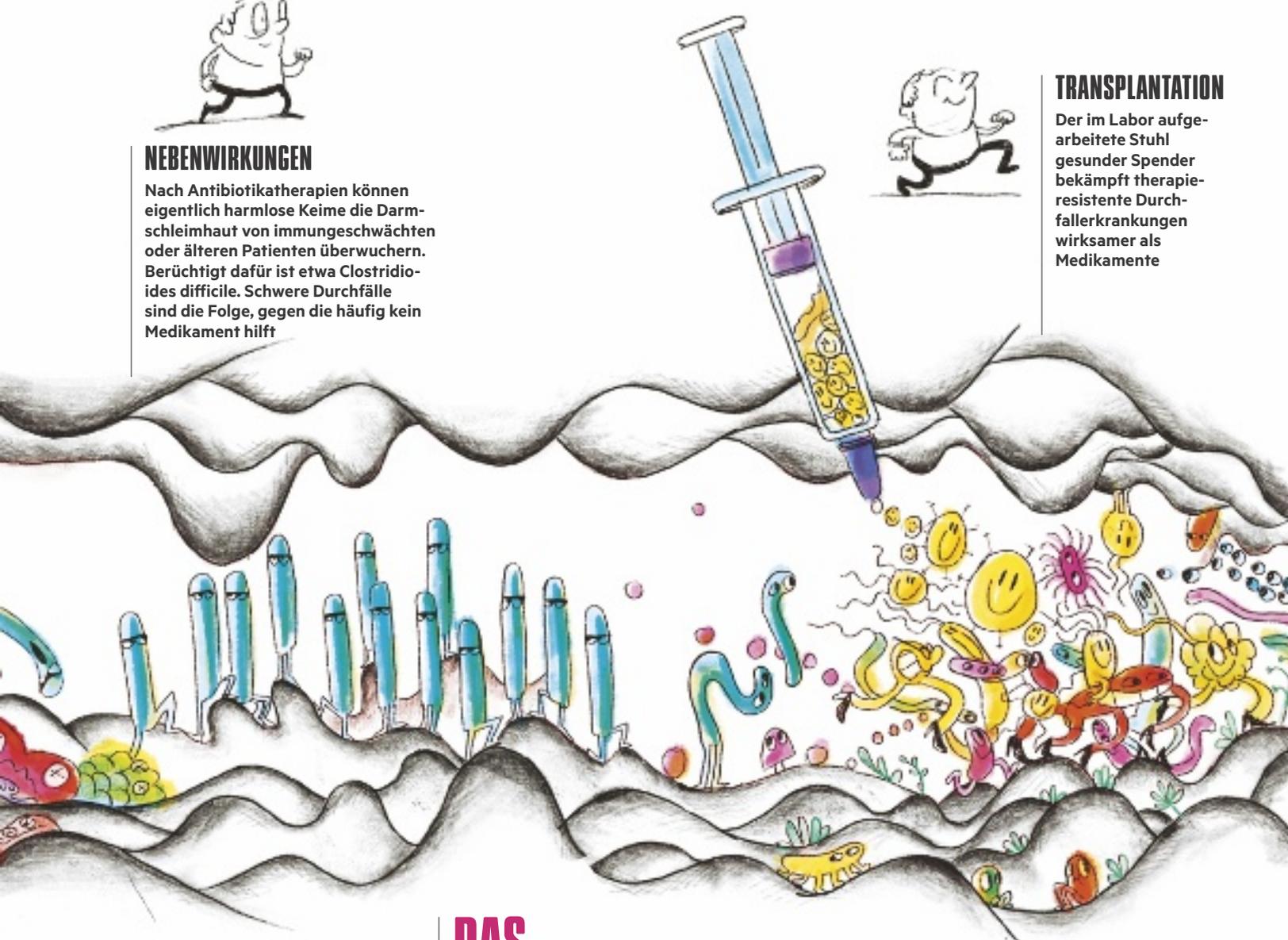
## NEBENWIRKUNGEN

Nach Antibiotikatherapien können eigentlich harmlose Keime die Darmschleimhaut von immungeschwächten oder älteren Patienten überwuchern. Berühmt dafür ist etwa *Clostridio-ides difficile*. Schwere Durchfälle sind die Folge, gegen die häufig kein Medikament hilft



## TRANSPLANTATION

Der im Labor aufgearbeitete Stuhl gesunder Spender bekämpft therapieresistente Durchfallerkrankungen wirksamer als Medikamente



## DAS MIKROBIOM WIRKT AUCH AUF DIE PSYCHE

retten – in den entlegenen Bergdörfern sterben Schwangere an Komplikationen. Aber alle Babys, die ihre natürliche Geburt überlebt haben, tragen fortan in sich das reichhaltige Mikrobiom ihrer Mutter: Sie haben es auf ihrem Weg in die Welt verschluckt. Kinder in den westlichen Industrienationen hingegen, die per Kaiserschnitt auf die Welt kommen, haben wahrscheinlich ein erhöhtes Risiko für Störungen des Immunsystems wie Asthma oder rheumatoide Arthritis.

Ihr Mikrobiom ist auf charakteristische Weise verändert, wie britische Forscher kürzlich in einer groß angelegten Studie an knapp 1700 Stuhlproben von Neugeborenen zeigten. Die „gute“ *Bacteroides*-Art kam seltener vor, potenzielle Krankheitserreger wie Enterokokken oder Klebsiellen häufiger. Noch ist unklar, ob und wie sich diese Besiedlung auf Krankheitsrisiken auswirkt. Antibiotika können solche Keime wirksam bekämpfen, doch sie sind ein zweischneidiges Schwert. Denn sie töten wahllos auch „gute“ Bakterien und

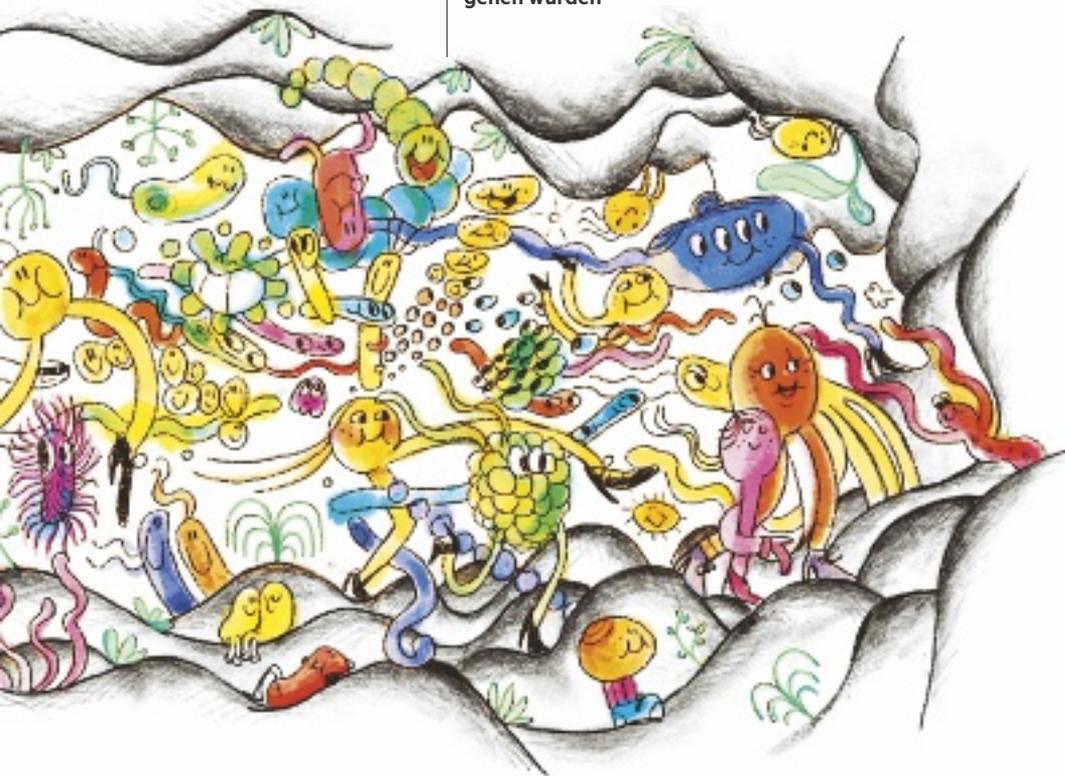
schädigen so das Mikrobiom – offenbar umso nachhaltiger, je früher sie gegeben werden. Belegt ist, dass Kinder, die im ersten Lebensjahr viele Antibiotika bekommen haben, später öfter dick werden und an Asthma leiden. Doch nicht nur Antibiotika sind gefährlich – in einer Untersuchung mit ausgewählten Medikamenten schädigte mehr als ein Viertel der Stoffe die Darmflora, darunter bislang unverdächtige Mittel wie Protonenpumpenhemmer gegen Sodbrennen oder Psychopharmaka. Zu diesem Ergebnis kamen Heidelberger Forscher: „Das ist wirklich beunruhigend“, sagt Nassos Typas, der an der Arbeit mitwirkte, „wenn man bedenkt, dass Menschen häufig über längere Zeiträume hinweg Medikamente einnehmen.“

Die Yanomami haben nie Medikamente genommen. Wenn sie erkranken – etwa an Malaria oder Parasiten –, heißt es: sterben oder überleben. Wenn sie es überstehen, dann mit ihrem Bakterienschatz. Und den füttern sie mit einer Kost, die ihre Darmbewohner offenbar lieben. Obst, Gemü- ➤



## KEIME FÜR DIE ZUKUNFT

Forscher hoffen, dass der Mikrobiom-Transfer auch bei chronischen Krankheiten hilft. Versuche bei Patienten mit Autoimmunerkrankungen oder Diabetes laufen. Die große Vision ist ein Tresor in der Arktis, in dem gute Darmbewohner tiefgefroren lagern, die der Menschheit sonst verloren gehen würden



se und gegrillte Cracker aus der Yuccafrucht, viel Fisch, Fleisch aber nur zweimal die Woche – golfballgroße Hackfleischbällchen von Wild, das die Männer auf tagelangen Beutezügen erjagt haben. Gewürzt wird mit Pfeffer; Salz und Öl gibt es nicht. Gegrillt wird ohne Fett. „Die Yanomami essen rund 100 Gramm Ballaststoffe am Tag. Für uns gelten 30 Gramm als viel. Wer sich ausschließlich von Fast Food ernährt, kommt auf wenig mehr als null“, sagt Maria Dominguez-Bello. Für die Forscherin ist die Ernährung der Yanomami ein weiterer Faktor für ihr reiches Mikrobiom.

Ernährungswissen erscheint dank solcher Erkenntnisse in neuem Licht. Zu viel Salz erhöht bei vielen Menschen den Blutdruck, doch keineswegs bei allen. Salz tötet Bakterien, die blutdrucksenkende Stoffe erzeugen – und dieser Effekt könnte wesentlich sein. Ballaststoffe aus Obst und Gemüse schützen vor Krebs, Herzkrankheiten und vielem mehr. Und dabei kommt es wohl nicht so sehr darauf an, wie sie uns selbst bekommen, sondern vor allem darauf, dass

## DIE HAUSTIERCHEN MÜSSEN GUTES FRESSEN HABEN

die vielen Billionen Haustierchen im Darm gut zu fressen haben. Viele von ihnen sind Vegetarier, zum Kummer passionierter Fleischliebhaber: Wer viel Rind-, Schweine- und Lammfleisch isst, erhöht hingegen sein Herzinfarktrisiko; er pöppelt Bakterien, die einen Stoff absondern, aus dem die Leber Trimethylaminoxid (TMAO) macht. Dieses Eiweiß bewirkt, dass Blutplättchen stärker verkleben und Gefäße in Hirn und Herz verstopfen. Menschen mit viel TMAO im Blut erleiden bis zu sechsmal häufiger Herzinfarkte.

Auch Fans von Fertigmahlzeiten tun ihren Darmbewohnern nichts Gutes. Denn die stecken oft voller Zusatzstoffe, deren Wirkung auf das Mikrobiom nicht gut untersucht sind. Forscher der Georgia State University mischten zwei davon, die in Europa massenweise verarbeitet werden, ins Trinkwasser von Mäusen: E433 und E466 verbinden Fette mit Nichtfetten und sorgen dafür, dass Speiseeis oder Fertig-Salatsaucen cremig schmecken. Nachdem die Mäuse zwölf Wochen davon getrunken hatten, war ihr Mikrobiom verarmt. Die Tiere erkrankten öfter an chronisch-entzündlichen Darmkrankheiten, Fettleibigkeit und Diabetes.

**D**ie indigenen Völker sind nicht immun gegen Wohlstandsgefahren. Essen sie wie wir, schwindet ihr innerer Reichtum: Forscher verglichen im vergangenen Jahr zwei Stämme in Venezuela; die Angehörigen des einen ernährten sich noch traditionell, die anderen aßen bereits Fertignahrung und Salz. Der Blutdruck der Traditionalisten war noch mit 60 niedrig wie bei Kindern, bei den anderen stiegen die Durchschnittswerte um 16 Einheiten an.

Doch wie ist es anders herum – wenn wir essen wie die Yanomami? Dominguez hat es getan. Mit einem Team aus fünf Erwachsenen und zwei Kindern reiste sie in ein entlegenes Dorf im Regenwald. 16 Tage lang aßen sie einheimische Diät, faserreich, ohne Salz und Öl. „Ich nahm ein paar Kilogramm ab, und mein Stuhlgang wurde gelb“, sagt sie. Doch die Artenvielfalt des Mikrobioms der Erwachsenen blieb fast unverändert. Nur das der beiden Kinder ähnelte stärker dem der Dorfbewohner: Im Erwachsenenalter lässt sich die Zusammensetzung des Mikrobioms schwerer beeinflussen als in der Kindheit. „Irgendwo im Alter zwischen 3 und 25 schließt sich das Fenster“, sagt Dominguez. „Wann genau, wissen wir noch nicht.“

Was also lässt sich tun, um unser Mikrobiom zu stärken? Da am Lebensanfang Weichen gestellt werden, plädieren viele Frauenärzte für natürliche Geburten, wann

immer möglich. Jedes dritte Kind in Deutschland kommt heute per Kaiserschnitt zur Welt – zu viele, oft spielen dabei ökonomische Motive oder Personalknappheit eine Rolle, oder Mütter wollen sich die Schmerzen ersparen. Werden diese Kinder lange gestillt, kommt das ihrem Mikrobiom zugute, doch genügt das schon? Das fragen sich offenbar immer mehr Eltern. „Vor etwa zwei Jahren trat das erste Mal eine Mutter an mich heran mit dem Wunsch, ihrem Neugeborenen eine ‚Bakteriendusche‘ zu verabreichen“, sagt die Hamburger Gynäkologin Maike Manz. Für das Verfahren tränkt man Wattestäbchen mit Vaginalsekret der Mutter und lässt die Babys daran saugen. Manz kommt solchen

Extraportion Laktobazillen und Bifidobakterien zu sich genommen hatten. Auch für die entzündliche Darmerkrankung Colitis ulcerosa fanden Forscher eine Mikrobienkur, die die Anzahl der Krankheitschübe ähnlich gut verringerte wie ein Standardmedikament. Einstweilen boomt bereits der Probiotika-Markt in Apotheken und Drogeriemärkten. Doch die Versprechen der Regalprodukte sind überzogen: Sie sollen die körpereigene Abwehr aktivieren, Symptome eines Reizdarms oder Durchfälle verbessern. Dafür finden sich in aller Regel keine belastbaren Beweise. Eines aber zeichnet sich ab: „Die Menge und die Dauer der Gabe entscheiden darüber, ob die Bakterien lebend den Dickdarm

kaum Wurst, zweimal wöchentlich Fisch, Gemüse und Getreide.

Weiter gediehen sind Versuche, Patienten komplette Mikrobiome zu übertragen: per „Stuhltransplantation“. Der Starnberger Internist und Gastroenterologe Martin Storr verabreicht diese unappetitliche, aber hocheffektive Therapie pro Jahr etwa 25 Patienten. Einer ist der 39-jährige Max Huber\* aus Oberbayern. Beim Werkeln zog er sich eine Wunde zu, der Arzt verschrieb ihm ein Antibiotikum. Bald bekam Huber Bauchkrämpfe und Durchfall, der über die folgenden Wochen schlimmer wurde. „Bis nur noch grünes Wasser rauskam.“ Ein Labortest ergab, dass sich in Hubers Darm der Keim Clostridioides difficile ausgebrei-

# ANTARKTIS

Wo die Vorstellungskraft endet, beginnt das Abenteuer.

REISEN SIE MIT DEN WELTWEIT ERSTEN HYBRID-EXPEDITIONSSCHIFFEN

## IHRE VORTEILE:

- Deutschsprachiges Expeditionsteam an Bord
- An jedem Tag eine Erkundungstour an Land (nicht an See-, Ein- und Ausschiffungstagen)
- Vollpension mit Tischgetränken an Bord (Softdrinks, Eier und Wein)

\*Limitiertes Kontingent, bei Buchung bis zum 31.12.2018. ©MONTAGE HURTIGRUTEN



**HURTIGRUTEN**  
Expeditionen



**PREMIEREN-ANGEBOT**  
inklusive  
An-/Abreise



15 Tage ab 6.999 € p. P.\*  
in einer Außenkabine

Jetzt im Reisebüro buchen oder Tel. (040) 874 084 63

Weitere Informationen unter [www.hurtigruten.de](http://www.hurtigruten.de)  
Hurtigruten GmbH • Große Elbichen 23 • 20354 Hamburg

Wünschen nach. „Es gibt ja keine zusätzlichen Risiken gegenüber der natürlichen Geburt.“ Das bestätigt auch Maria Dominguez-Bello, die derzeit eine große Studie dazu plant, wie nachhaltig das in den USA „Vaginal Seeding“ genannte Verfahren das Mikrobiom verändert. „Man sollte aber bestimmte Infektionen der Mutter ausschließen, die bei der natürlichen Geburt weitergegeben werden könnten.“

Große Hoffnungen setzen Wissenschaftler auf „Probiotika“, also Mixturen lebender Mikroorganismen, zugeschnitten auf bestimmte Krankheiten. Es gibt erste Erfolge: Nach Antibiotikatherapien bekommen Kinder oft Durchfall. Seltener passiert dies in einer Studie, nachdem sie eine

erreichen, sich dort ansiedeln und vermehren“, sagt Andreas Stallmach, Direktor der Klinik für Innere Medizin IV in Jena. Im säurereichen Magen herrschen unwirtliche Bedingungen, im oberen Dünndarm hindern Gallensalze und Bauchspeichelenzyme die Bakterien am Überleben. So reicht zumindest in Nahrungsergänzungsmitteln die Bakterienmenge oft nicht aus, damit diese im Dickdarm ankommen. Möglich, so Stallmach, sei dies nur mit als Arzneimittel verschriebenen Probiotika. Weiteres Problem: Für die Gesundheit wichtige Darmbewohner könnten durch die in den Mitteln enthaltenen Mikroben verdrängt werden. Also rät Stallmach zu ausgewogener Kost: wenig rotes Fleisch,

tet hatte. Huber kam nicht mehr von der Toilette weg, er verlor acht Kilogramm: „Ich hatte wahnsinnige Schmerzen, fühlte mich todkrank.“ Auf Storr stieß er schließlich im Internet, seine Frau fuhr ihn die 150 Kilometer in die Praxis, mit Stopps alle fünfzehn Minuten. Für Fälle wie Huber ruft Storr seinen lange bewährten Superspender zu Hilfe. Der ist in jeder Hinsicht gesund und ärztlich durchgecheckt. Am Morgen der Transplantation brachte dieser Mann eine Tupperdose in die Praxis, deren Inhalt von den Laborantinnen gequirlt, mit steriler Kochsalzlösung versetzt und schließlich auf große ▶

\*Name von der Redaktion geändert



**Forschen und essen**  
Usune Etxebarria, 33, forscht am gastro-  
nomischen Techno-  
logiezentrum San  
Sebastián. Ihr Restau-  
rant gehört zum  
„Basque Culinary  
Center“ (BCC), einer  
der wenigen Koch-  
Universitäten Europas

## KOCHEN FÜR DIE KEIME

Im spanischen San Sebastián verbinden  
Forscher Genuss mit Gesundheit

**F**rau Etxebarria, Ihre Kochhoch-  
schule hat sich in Spanien zu einem  
Zentrum der Mikrobiomfor-  
schung entwickelt. Wie kam das?

Weil unsere Ernährung einen direkten  
und großen Einfluss auf das Mikrobiom  
hat. Wir arbeiten mit Spitzenköchen  
und Forschern verschiedenster Diszi-  
plinen zusammen. Unser Ziel ist es,  
neue Produkte, gesunde Ernährungs-  
weisen und Kochtechniken zu  
entwickeln und durch personalisierte  
Diäten und Gerichte gesunde Mikro-  
biome zu erhalten. Auch Mikrobiome  
wollen gut ernährt sein!

**Was braucht eine gesunde Darmflora?**

Das wollen wir herausfinden. Dabei  
ist fürs Mikrobiom nicht nur wichtig,  
was wir essen, sondern auch wie wir es  
essen und zubereiten. Ende November  
haben wir eine Feldstudie beendet,  
die uns zeigen soll, wie saisonabhän-  
giges Obst und Gemüse den Stoff-  
wechsel fettleibiger Personen beein-  
flussen kann. Wir vermuten, dass es  
Auswirkungen aufs Mikrobiom haben  
könnte, ob man Gemüse zur oder  
außerhalb der natürlichen Saison isst.  
Und ab März werden wir Diabetes-  
patienten in einer Pilotstudie in zwei  
Gruppen einteilen. Beide werden  
einer von uns empfohlenen mediter-  
ranen Diät folgen. Doch nur eine  
Gruppe wird zusätzlich bei uns Koch-  
techniken lernen, mit denen sie  
Speisen auf gesündere Weise zuberei-  
tet: dünsten, im Vakuum garen,  
schmoren, dämpfen. So versuchen  
wir auch herauszufinden, ob sich durch  
Koch- und Zubereitungstechniken

beispielsweise weniger sogenannte  
Glykotoxine bilden – Stoffe, die  
die Insulinresistenz der Diabetes-  
patienten von Typ 2 negativ beein-  
flussen können.

**Der aktuelle Hype ums Mikrobiom  
macht glauben, die Darmflora sei  
der Schlüssel zur Linderung fast aller  
Krankheiten. Stimmt das?**

Es gibt viele Faktoren. Aber ein gesun-  
des Mikrobiom spielt eine enorm  
wichtige Rolle. Nicht nur für die Ver-  
dauung, die Aufnahme von Nährstoffen  
oder fürs Immunsystem. Sogar das  
Verletzungsrisiko hängt von einem  
ausgeglichenen Mikrobiom ab, wie wir  
vergangenes Jahr bei einer Studie mit  
Profifußballern untersucht haben.  
Unser Wissen über die Darmflora steckt  
noch in den Anfängen, ist aber die  
Zukunft bei der Vorbeugung vieler  
Krankheiten wie Fettleibigkeit, Diabetes  
oder kardiologischer Probleme. In einem  
anderen Projekt wollen wir herausfin-  
den, wie sich durch Gerichte mit wenig  
Zucker und Stärke die Lebensqualität  
von Personen mit Darmerkrankungen,  
insbesondere mit Reizdarmsyndromen,  
verbessert.

**Welche Rolle spielt dabei Ihr kürzlich  
eröffnetes Restaurant?**

Eine ganz wichtige. Hier prüfen wir,  
ob die Kunden unsere Ideen mögen, wie sie  
Textur, Geschmack, Duft und die visuel-  
le Präsentation von beispielsweise  
Kürbiswürsten oder Hamburgern mit er-  
höhtem Anteil an pflanzlichen Proteinen  
beurteilen. Für uns Basken ist Essen  
eines der wichtigsten Dinge im Leben.  
Und speziell für uns aus San Sebastián.

Spritzen gezogen wurde. Per Endoskop ver-  
abreichte Storr die flüssige Lösung direkt  
in den oberen Dünndarm und den gesam-  
ten Dickdarm – mit durchschlagender  
Wirkung: Beim Aufwachen spürte Huber  
keine Schmerzen und Krämpfe mehr, sein  
Darm heilte rasch. Bisher wird die Proze-  
dur nur bei dieser Art von Problemkeimen  
eingesetzt, 30 Zentren in Deutschland  
bieten sie an. In Köln entsteht gerade die  
erste deutsche Spenderbank (siehe S. 38).  
Weltweit laufen kleinere Studien an Pa-  
tienten mit Krankheiten wie Diabetes,  
Morbus Crohn und Multipler Sklerose.  
Vielleicht hilft der Mikrobiomtransfer gar  
gegen Übergewicht. In diese Richtung wei-  
sen Versuche mit Mäusen.

**M**aria Dominguez-Bello arbeitet unter-  
dessen mit ihrem Projekt „Noahs  
Arche“ daran, das Mikrobiom der  
Yanomami und anderer indigener Völker  
zu konservieren. „Die Zeit drängt“, sagt sie.  
„In zehn Jahren könnte es zu spät sein.“ Die  
westliche Lebensweise dringt auch in die  
entlegensten Regionen vor, bald wird es  
wohl keine Yanomami mehr geben, die we-  
der Ärzte, Antibiotika noch Fast Food ken-  
nen. Bislang lagern die Stuhlproben, die sie  
über bald zwei Jahrzehnte gesammelt hat,  
tiefgekühlt in Dominguez' Labor. Irgend-  
wann aber sollen sie umziehen in einen  
Tresor, der etwa in der Arktis stehen könn-  
te. Gleichsam ein biologisches Bank-  
schließfach der Menschheit. Es gibt ein  
Vorbild: Auf Spitzbergen ragt aus einem  
schneebedeckten Berg wie ein gigantischer  
Schiffsbug aus Beton der Eingang zur welt-  
weiten Schatzkammer des Saatguts, der  
Svalbard Global Seed Vault. Hier, im ewi-  
gen Eis, lagern etwa eine Million Saatgut-  
proben in Plastikbeuteln. Falls eine globa-  
le Katastrophe eintritt, könnten ausgestor-  
bene Pflanzen aus dem hier vorhandenen  
Genmaterial nachgezogen werden. „Wir  
haben uns mit den Machern dieses Samen-  
tresors in Verbindung gesetzt und erfah-  
ren, dass sie 30 Jahre dafür gebraucht  
haben“, sagt Dominguez. Eine Schweizer  
Beratungsfirma prüfe derzeit die Machbar-  
keit unter wissenschaftlichen, politischen  
und wirtschaftlichen Kriterien, Ergebnis-  
se erwarte sie Anfang des kommenden  
Jahres. „Noahs Arche“ könnte sie bis an ihr  
Lebensende beschäftigen. ✨



**Bernhard Albrecht** war  
beeindruckt von der wachsen-  
den Zahl an Forschungs-  
ergebnissen zum Mikrobiom.

Die Illustrationen fertigte **Maren Amini**.  
Es recherchierten mit: Angelika Dietrich, Con-  
stanze Löffler, Frank Ochmann und Nicole Simon.



**D**er Boom der Mikrobiomforschung hat die Nachfrage nach „Probiotika“ gesteigert; derartige Lebensmittel sowie Pillen und Pulver aus der Apotheke sind angereichert mit Milchsäure- oder Bifidobakterien. Sie sollen die Verdauung unterstützen, die körpereigene Abwehr aktivieren, Symptome eines Reizdarms oder Durchfälle verbessern. 152 Millionen Euro Umsatz machten deutsche Apotheken mit ihnen im Jahr 2018. Andreas Stallmach, Mikrobiomforscher von der Uniklinik Jena, sagt: „Die Einnahme von Probiotika vermittelt die Idee einer sanfteren Medizin. Das gibt den Leuten das Gefühl, ihrem Körper etwas Gutes zu tun.“

Die Beweislage für ihre Wirksamkeit ist selbst für probiotische Arzneimittel häufig dünn. Positive Studienergebnisse gibt es jedoch bei der entzündlichen Darmerkrankung Colitis ulcerosa. Sie zerstört die Schleimhaut des Darms, führt zu Durchfällen und krampfartigen Bauchschmerzen. Untersuchun-

gen zeigten, dass hohe Dosen einer bestimmten Sorte von Kolibakterien die Anzahl der Krankheitsschübe verringern kann. Die Mikrobenkur wirkte ähnlich gut wie der antientzündliche Arzneistoff Mesalazin, mit dem Ärzte regulär behandeln. Bei älteren Patienten mit schweren Begleiterkrankungen kann ein spezieller Mikrobemix die Rate hochgefährlicher Clostridiois-

## ANFÜTTERN

Probiotika schlucken, um die Darmflora zu stärken, liegt im Trend – aber hilft es auch?



difficile-Infektionen nach einer Antibiotikatherapie senken. In einer Zusammenfassung des aktuellen Wissensstands äußern Experten immerhin auch eine vorsichtige Hoffnung, dass Probiotika Mittelohrentzündungen bei Kindern vorbeugen können.

Grundsätzlich gilt: „Die Menge und die Dauer der Gabe entscheiden darüber, ob die Bakterien lebend den Dickdarm erreichen, sich dort ansiedeln und vermehren“, sagt Andreas Stallmach. Die notwendige Dosis für therapeutische Effekte ist noch unklar. Experten gehen von mindestens einer Million Mikroorganismen pro Behandlung aus. Sogenannte Präbiotika wie Inulin und Oligofruktose

hingegen könnten das Wachstum von Probiotika unterstützen. Die kurzen Zuckermoleküle dienen den Darmbakterien als Futter. Die Idee: Wer zu wenige Bakterien einer bestimmten Gattung hat, bekommt ein Präbiotikum nach Maß, das die Mangelmikroben stärkt. Bisher fehlen verlässliche Beweise, dass das klappt. Experten wie Stallmach sehen den aktuellen Hype um die Mikroben und ihre Nährstoffe mit gewisser Skepsis: Sie können nämlich auch Nebenwirkungen haben. So wie wir sie heute einsetzen, sind Pro- und Präbiotika daher wenig effektiv. „Erst wenn wir das Mikrobiom des Einzelnen kennen und Prä- und Probiotika individuell anpassen, werden sie eine interessante Therapieoption sein“, glaubt der Gastroenterologe Stallmach. Statt also zu teuren Lebensmitteln und Pülverchen aus der Apotheke solle man lieber zu ausgewogener Vollwertkost greifen, rät der Mikrobiomforscher. „Damit erhalten Sie die Vielfalt im Darm und stärken das Mikrobiom.“



## BAKTERIEN GEBEN – UND NEHMEN

Bei schwer Erkrankten sind Stuhlspenden oft erfolgreich

**E**twa 30 Krankenhäuser in Deutschland führen Stuhltransplantationen durch. An der Uniklinik Köln etwa bringt die Ärztin Maria Vehreschild Bakterien von getesteten Spendern in den Darm Schwerkranker ein – mit Pillen, die die Bakterienlösung enthalten, oder per Endoskop. Bei Infektionen mit dem Problemkeim Clostridiois difficile, der schwere Durchfälle verursacht, liegt die Erfolgsrate bei circa 80 Prozent. „Das größte Problem ist, passende Spender zu finden“, sagt Vehreschild, die auch Leiterin der Infektiologie des Universitätsklinikums Frankfurt ist. Nur wenige bestehen die notwendigen Gesundheitstests. Chronische Erkrankungen inklusive Allergien seien ein Ausschlusskriterium, ebenso wie Verwandte ersten Grades mit entzündlicher Darmkrankheit. Aber auch sehr dicke Menschen dürfen nicht spenden, ihre Bakterien könnten das Gewicht der Patienten verändern. Dass eine Stuhltransplantation gefährlich sein kann, zeigt ein Beispiel aus den USA: Im Sommer starb dort ein immungeschwächter Proband bei einer Forschungsstudie infolge

einer Stuhltransplantation. Ein weiterer, der den Stuhl desselben Spenders erhielt, erkrankte schwer. Mangels aufwendiger Tests hatten die Ärzte auch einen multiresistenten Stamm des Bakteriums Escherichia coli verpflanzt. Gegen solche Gefahren will Maria Vehreschild in Köln eine Art Spenderbank aufbauen, ein Lager mit geprüften Bakteriensuspensionen. Doch in Deutschland haben die Bakterien keine Zulassung als

Medikament, ihr Einsatz gilt als Heilversuch. „Wir können momentan weder große Studien damit machen, die man so dringend benötigt, noch die Proben an andere Kliniken geben“, sagt Vehreschild. Von Selbstversuchen, wie sie im Internet zu sehen sind, ist dringend abzuraten. In Ländern ohne diese Hürden ist man weiter. Die US-Stuhlbank OpenBiome startete 2012 in Medford, Massachusetts, und hat Bakterien für mehr als 43 000 Transplantationen in den USA und sieben anderen Ländern geliefert. Ähnliche Banken gibt es in Frankreich und Großbritannien. In den Niederlanden eröffnete 2016 die erste Spendenbank in Leiden. Seitdem wurden mehr als 100 Menschen behandelt. Von Blut weiß man schon lange, dass es Leben retten kann, von Darmbakterien lernt man es gerade.